

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL TERMoeLEKTRIK
GENERATOR TIPE SP 1848 27145 SA DAN TEC1-
12706 DENGAN VARIASI SERI DAN PARALEL
PADA SUPRA X 125 CC**



**Tugas Akhir Ini Disusun Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana S-1 Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta**

Disusun :

ARI PUTRA PRATAMA

NIM : D200140250

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**STUDI EKSPERIMENTAL TERMoeLEKTRIK GENERATOR TIPE SP
1848 27145 SA DAN TEC1-12706 DENGAN VARIASI SERI DAN
PARALEL PADA SUPRA X 125 CC**

yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 21 Februari 2018

Yang menyatakan,



Ari Putra Pratama

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi Eksperimental Termoelektrik Generator Tipe SP 1848 27145 SA DAN TEC1-12706 Dengan Variasi Seri Dan Paralel Pada Supra X 125 Cc** ", telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ari Putra Pratama

NIM : D200140250

Disetujui pada

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Februari 2018.

Tim Pembimbing :

Anggota 1 : Ir. Sartono Putro, MT

Anggota 2 : Ir. Sugroto, MT

Anggota 3 : Nurmuhsin A. N. ST, MT

Surakarta, 21 Februari 2018
Pembimbing
Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **"Studi Eksperimental Termoelektrik Generator Tipe SP 1848 27145 SA DAN TEC1-12706 Dengan Variasi Seri Dan Paralel Pada Supra X 125 Cc "**, yang telah dipertahankan dihadapan tim penguji dan telah dinyatakan sah sebagai syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : Ari Putra Pratama

NIM : D200140250

Disahkan pada

Hari : JUMAT




Tanggal : 23 MARET 2010.

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Sartono Putro, MT.

Anggota 1 : Ir. Subroto, MT.

Anggota 2 : Nurmuntaha A. N, ST, MT.

()
()
()

Mengetahui


Dekan
Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph. D

Ketua Jurusan

Ir. Subroto, MT.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 330/A.4-II/TM/IX/2017 Tanggal 13 September 2017 dengan ini :

Nama : Ir. Sartono Putro, MT.

Pangkat/jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Ari Putra Pratama

Nomor Induk : D 200 140 250

NIMR : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : STUDI EKSPERIMENTAL TERMOELEKTRIK
GENERATOR TIPE SP 1848 27145 SA DAN TEC1-
12706 DENGAN VARIASI SERI DAN PARALEL
PADA SUPRA X 125 CC

Rincian Soal/Tugas : - Desain dan pembuatan
- Pengujian dengan susunan seri dan paralel
- Pengujian tanpa pembebanan dan pembebanan

Demikian soal tugas akhir dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 14 September 2017

Pembimbing

Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, MT.

Keterangan :

1. Warna biru untuk kajur
2. Warna kuning untuk pembimbing 1
3. Warna merah untuk pembimbing 2
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

Bermimpilah setinggi langit.
Jika kau jatuh, engkau akan jatuh diantara bintang-bintang.
(Ir. Soekarno)

Apabila kamu sudah memutuskan menekuni suatu bidang, jadilah orang
yang konsisten. Itulah kunci keberhasilan yang sebenarnya.
(B.J. Habibie)

Ketidakmungkinan hanyalah sebuah Opini, maka dari itu teruslah
berusaha dan selalu optimis dalam mengejar cita-cita.
(Ari P. Pratama)

Belajarlal mengucap syukur dari hal-hal baik dihidupmu, belajarlal
menjadi kuat dari hal-hal buruk dihidupmu.
(B.J. Habibie)

STUDI EKSPERIMENTAL TERMoeLEKTRIK GENERATOR TIPE SP 1848 27145 SA DAN TEC1-12706 DENGAN VARIASI SERI DAN PARALEL PADA SUPRA X 125 CC

Ari Putra Pratama, Sartono Putro
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Katasura
Email : ariputra3103@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia menyebabkan beberapa permasalahan. Berdasarkan siklus energi yang terjadi pada motor pembakaran dalam kurang lebih 100% hasil pembakaran, 25% untuk operasional kendaraan, 30% untuk pendinginan, 40% gas buang, dan 5% hilang karena gesekan. Berdasarkan aliran penggunaan energi hasil pembakaran dan siklus ideal motor bakar dapat diketahui potensi pemanfaatan panas gas buang menjadi energi lain. Salah satu pemanfaatan panas gas buang adalah dikonversi menjadi listrik dengan termoelektrik.

Penelitian ini memanfaatkan gas buang motor menjadi listrik dengan modul termoelektrik. Termoelektrik yang digunakan adalah termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA dan TEC1-12706. Penelitian ini bersifat membandingkan tegangan, arus, dan daya *output* tiap termoelektrik menggunakan variasi putaran mesin *Idle*, 2000 rpm, dan 3000 rpm serta variasi sambungan seri dan paralel.

Pada pengujian tanpa pembebanan dapat diketahui bahwa tegangan *output* mengalami kenaikan ketika mesin dinyalakan selama 120 detik baik pada putaran *idle*, 2000 rpm, dan 3000 rpm. Tegangan *output* tertinggi dihasilkan pada putaran 3000 rpm dengan susunan seri, untuk termoelektrik TEC1-12706 sebesar 15,01 V dan SP 1848 27145 SA sebesar 13,48 V. Pada pengujian dengan pembebanan, tegangan, arus, dan daya *output* tertinggi dihasilkan pada putaran 3000 rpm pada susunan seri dengan tegangan *output* tertinggi dihasilkan oleh TEC1-12706 sebesar 2,65 V, arus tertinggi dihasilkan oleh SP 1848 27145 SA dengan susunan seri sebesar 0,24 A, daya *output* tertinggi dihasilkan oleh TEC1-12706 pada susunan seri sebesar 0,6095 W. Besarnya daya *output* yang dihasilkan tiap termoelektrik berbanding lurus dengan beda temperatur yang terjadi.

Kata kunci : Gas buang, Termoelektrik, Tegangan, Arus, Daya

**EXPERIMENTAL STUDY OF THERMOELECTRIC GENERATOR
TYPE SP 1848 27145 SA AND TEC1-12706 WITH SERIES AND
PARALLEL VARIATIONS IN SUPRA X 125 CC**

Ari Putra Pratama, Sartono Putro
Departement of Mechanical Engineering,
Muhammadiyah University of Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : ariputra3103@gmail.com

ABSTRACT

The increasing number of motor vehicle usage in Indonesia causes some problems. Based on the energy cycle occurring in the internal combustion engine within approximately 100% of combustion, 25% for vehicle operation, 30% for cooling, 40% exhaust gas, and 5% lost due to friction. Based on the flow of combustion energy usage and ideal cycle of internal combustion engine can be known potential utilization of exhaust heat into other energy. One utilization of exhaust heat is converted to electricity with thermoelectric.

This study utilizes exhaust gas into electric motor with thermoelectric module. Thermoelectric used is thermoelectric SP 1848 27145 SA and TEC1-12706. This study is comparing the voltage, current, and output power of each thermoelectric usage variation of Idle engine, 2000 rpm, and 3000 rpm and variation of series and parallel connection.

In the test without loading can be seen that the output voltage increases when the machine is turned on for 120 seconds both at idle, 2000 rpm, and 3000 rpm. The highest output voltage is generated at 3000 rpm with series arrangement, for TEC1-12706 thermoelectricity of 15.01 V and SP 1848 27145 SA of 13.48 V. On testing with loading, voltage, current, and high output power is generated at 3000 rpm in the series arrangement with the highest output voltage generated by TEC1-12706 of 2.65V, the highest current is generated by SP 1848 27145 SA with a series array of 0.24 A, the highest output power is generated by TEC1-12706 in the series order of 0.6095W. The amount of output power generated every thermoelectric is directly proportional to the temperature difference that occurs.

Keywords : Exhaust, Thermoelectric, Voltage, Current, Power.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Studi Eksperimental Termoelektrik Generator Tipe SP 1848 27145 SA Dan TEC1-12706 Dengan Variasi Seri Dan Paralel Pada Supra X 125 Cc “**.

Penyusunan laporan tugas akhir ini digunakan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan sepuh hati menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Suparno, ibu Sri Handayani dan Retno Putri Utami yang selalu memberikan semangat, do'a, motivasi, dan segala upaya yang dilakukan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT., selaku koordinator tugas akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
5. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku pembimbing tugas akhir yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi dalam penyusunan laporan tugas akhir.
6. Bapak Dr. Agus Dwi Anggono selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan berkaitan dengan proses akademik.

7. Saudara Faizal Al Farissy dan Ari Mustakim selaku tim tugas akhir yang telah banyak memberi bantuan dalam proses tugas akhir.
8. Bapak Adi selaku petugas Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan banyak bantuan mengenai alat-alat yang mendukung dalam penelitian.
9. Saudara Eqwar, Niko, David, Irfan, dan Memed yang telah membantu beberapa alat penelitian sehingga proses penelitian dapat berjalan dengan lancar.
10. Saudara Fakhri Husamulhaq Ahmad yang telah banyak membantu dalam proses tugas akhir.
11. Rekan-rekan angkatan 2014 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah banyak memberikan semangat.
12. Rekan-rekan trik-trik grub yang banyak memberikan semangat.
13. Rekan-rekan Wisma Nugraha yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa laporan ini mungkin masih banyak kekurangan, untuk itu penulis sangat berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat menambah wawasan serta bermanfaat dalam pengembangan pengetahuan dalam bidang teknologi.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surakarta, 21 Februari 2018

Yang menyatakan,



Ari Putra Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Siklus <i>Otto</i>	9
2.2.2 Termoelektrik	11
2.2.3 Efek <i>Seebeck</i>	12
2.2.4 Efek <i>Paltier</i>	13
2.2.5 Termoelektrik Generator	14
2.2.6 Perpindahan Panas	15

2.2.6.1	Perpindahan Panas Konduksi	15
2.2.6.2	Perpindahan Panas Konveksi	16
2.2.7	Tegangan	17
2.2.8	Arus	18
2.2.9	Daya	19
2.2.10	Rangkaian Listrik	20
2.2.10.1	Rangkaian Seri	20
2.2.10.2	Rangkaian Paralel	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Instalasi Alat Pengujian	24
3.2	Alat dan Bahan	25
2.2.1	Alat Pengujian	25
3.2.2	Bahan	34
3.3	Prosedur Pengujian	34
3.3.1	Pengujian Termoelektrik Generator	36
3.3.2	Pengujian Tanpa Pembebanan	36
3.3.3	Pengujian Dengan Pembebanan	38
3.4	Analisa Data	40
3.5	Variasi Pengujian	40
BAB IV HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN TERMoeLEKTRIK		42
4.1	Pengujian Tanpa Pembebanan	42
4.2	Pengujian Dengan Pembebanan	50
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Aliran energi hasil pembakaran pada mesin pembakaran dalam	2
Gambar 2.1	Diagram P - v dan T - s siklus <i>otto</i> ideal	10
Gambar 2.2	Susunan termoelektrik	11
Gambar 2.3	Efek <i>seebeck</i>	12
Gambar 2.4	Efek <i>peltier</i>	14
Gambar 2.5	Instalasi sederhana termoelektrik generator	15
Gambar 2.6	Perpindahan panas konduksi	16
Gambar 2.7	Perpindahan panas konveksi	17
Gambar 2.8	Rangkaian seri	20
Gambar 2.9	Rangkaian paralel	22
Gambar 3.1	Desain alat uji termoelektrik	24
Gambar 3.2	Skema pengujian	25
Gambar 3.3	Balok aluminium	26
Gambar 3.4	<i>Fin</i> penangkap panas	26
Gambar 3.5	Termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA	27
Gambar 3.6	Termoelektrik tipe TEC1-12706	27
Gambar 3.7	<i>Waterblock</i>	27
Gambar 3.8	<i>Insulating warp</i>	28
Gambar 3.9	Knalpot supra x 125 cc yang telah dimodifikasi	28
Gambar 3.10	Silinder knalpot supra x 125 cc	29
Gambar 3.11	Klem aluminium	29
Gambar 3.12	Data <i>logger</i>	30
Gambar 3.13	Termokopel digital <i>dual channel</i> type K TASI-8620	30
Gambar 3.14	<i>Blower</i>	31
Gambar 3.15	<i>Tachometer</i> digital	31
Gambar 3.16	Selang air	32
Gambar 3.17	Lampu pembebanan 2,5 volt, 3 ampere	32
Gambar 3.18	Baterai (<i>Accu</i>)	32

Gambar 3.19	Pipa konektor	33
Gambar 3.20	<i>Sealer</i>	33
Gambar 3.21	Kabel listrik	34
Gambar 3.22	Sepeda motor supra x 125 cc	34
Gambar 3.23	Diagram alir penelitian termoelektrik.....	35
Gambar 3.24	Susunan seri termoelektrik	37
Gambar 3.25	Susunan paralel termoelektrik	38
Gambar 3.26	Pemasangan alat uji termoeletrik pada <i>exhaust</i> supra x 125 cc	39
Gambar 3.26	Pengujian termoelektrik pada supra x 125 cc	40
Gambar 4.1	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan susunan seri tanpa pembebanan.....	42
Gambar 4.2	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan susunan paralel tanpa pembebanan.....	44
Gambar 4.3	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 pada susunan seri tanpa pembebanan.....	46
Gambar 4.4	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 pada susunan paralel tanpa pembebanan.....	46
Gambar 4.5	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA pada susunan seri tanpa pembebanan.....	47
Gambar 4.6	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA pada susunan paralel tanpa pembebanan	47
Gambar 4.7	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dengan susunan seri dan paralel tanpa pembebanan.....	48

Gambar 4.8	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA dengan susunan seri dan paralel tanpa pembebanan.....	49
Gambar 4.9	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan seri	50
Gambar 4.10	Arus <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan seri	52
Gambar 4.11	Daya <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan seri	53
Gambar 4.12	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan paralel	54
Gambar 4.13	Arus <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan paralel	56
Gambar 4.14	Daya <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dan SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan paralel	57
Gambar 4.15	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan daya <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 pada susunan seri	58
Gambar 4.16	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan daya <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 pada susunan paralel	58
Gambar 4.17	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan daya <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA pada susunan seri	59
Gambar 4.18	Hubungan antara beda temperatur (ΔT) dengan	

	daya <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA pada susunan paralel	59
Gambar 4.19	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe TEC1-12706 dengan pembebanan pada susunan seri dan paralel.....	61
Gambar 4.20	Tegangan <i>output</i> termoelektrik tipe SP 1848 27145 SA dengan pembebanan pada susunan seri dan paralel	61

DAFTAR SIMBOL

T	= Temperatur	(°C)
T_c	= Temperatur sisi dingin	(°C)
T_h	= Temperatur sisi panas	(°C)
ΔT	= Beda temperatur	(°C)
V	= Beda potensial, Tegangan	(Volt)
R	= Hambatan	(Ohm)
I	= Kuat arus	(Ampere)
Q	= Muatan listrik	(Colomb)
P	= Daya	(Watt)
t	= Waktu	(Detik)
E	= Gaya gerak listrik	(Volt)
\dot{Q}	= Laju perpindahan panas	(KJ/det, W)
k	= Konduktivitas <i>thermal</i>	(W/m.°C)
h	= Koefisien perpindahan panas konveksi	(W/m.°C)
A	= Luas penampang	(m ²)
α	= Koefisien <i>seebeck</i>	(mV/K, °C)